

**Vergleichende Untersuchungen am Apparat
nach v. Romberg-Ohm
zur objektiven Bestimmung der Sehschärfe
mit zwei verschiedenen Hemm-Marken
(Quadratisches Raster und Strich)**

Anneliese Schupfinger



Digitized by the Internet Archive
in 2026

AUS DER AUGENKLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Direktor: Professor Dr. W. ROHRSCHEIDER

VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN
AM APPARAT NACH V. ROMBERG-OHM
ZUR OBJEKTIVEN BESTIMMUNG DER SEHSCHÄRFE
MIT ZWEI VERSCHIEDENEN HEMM-MARKEN
(Quadratisches Raster und Strich)

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfasst und einer Hohen Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Anneliese Schupfinger

aus München



München 1958

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Professor Dr. W. ROHRSCHEIDER
Dekan: Professor Dr. K. KOLLE

Tag der mündlichen Prüfung: 11. DEZ. 1958

I.	Allgemeines	Seite 5
II.	Definition des optokinetischen Nystagmus	7
III.	Physiologie des optokin. Ny.	8 - 11
IV.	Methoden zur objektiven Seh- schärfenbestimmung unter An- wendung des optokin. Ny.	12 - 16
V.	Durchführung der Versuche	17 - 19
VI.	Ergebnisse und Auswertung	20 - 37
VII.	Zusammenfassung	38
VIII.	Literaturverzeichnis	39 - 42

Allgemeines

Die Sehschärfe ist definiert als das Auflösungsvermögen des Auges und wird durch den kleinsten Winkel (Minimum separabile) gemessen, bei dem gerade noch zwei Lichtpunkte getrennt wahrgenommen werden können. Für die Sehschärfe 1 beträgt das Minimum separabile $1''$.

Neben dem Unterscheidungsvermögen für den räumlichen Abstand zweier Gegenstände unabhängig von deren Helligkeit besitzt das Auge auch noch ein Unterscheidungsvermögen für Helligkeiten unabhängig von der Objektgröße. Man bezeichnet mit Minimum visibile jenen geringsten Helligkeitswert, der vom Auge eben noch wahrgenommen wird.

Die Bestimmung der Sehschärfe (Minimum separabile) erfolgt mittels Sehproben, die aus Zahlen, Buchstaben oder sonstigen Zeichen bestehen. Ihre Größe ist so gewählt, daß sie aus einer bestimmten Entfernung unter einem Blickwinkel von $5''$ gesehen werden. (Snellensche Sehproben, Pflügersche Haken, usw.) Werden z.B. Zahlen, die in einem Abstand von 5 m erkannt werden sollen, auch in dieser Entfernung gelesen, so ist eine Sehschärfe von 5/5 vorhanden. Bei dieser Art der Visusprüfung ist die Aussage des Patienten ausschlaggebend. In manchen Fällen führt aber eine solche subjektive Bestimmung zu keinem glaubhaften Ergebnis. Es sind eine Reihe sog. Simulationsproben bekannt, die darauf beruhen, daß der Patient im Unklaren gelassen wird, mit welchem Auge und aus welcher Entfernung er sieht. Diese sind aber ebenfalls subjektiv beeinflussbar und sind völlig unbrauchbar, wenn auf einem Auge Amaurose besteht. Es bestand die Notwendigkeit, ein Meßverfahren zu finden, das eine objektive Beurteilung des Sehvermögens gestattet unabhängig davon, daß der Patient psychisch mitwirkt, d.h. seinen guten Willen einsetzt. Der Patient müßte dabei durch eine unbewußte oder unwillkürliche Reaktion, vorzugsweise des Auges, zu erkennen geben, daß er einen Gegenstand wahrnimmt. Proben solcher Art stellen der Prismenversuch und der Riekensche Spiegelversuch dar.

Beim Prismenversuch wird vor das zu untersuchende Auge ein Prisma gehalten. Das Auge führt dann zwangsmäßig eine Einstellbewegung aus, wenn das vorher erkannte Objekt weiterhin fixiert wird. Beim Rieken-schen Spiegelversuch (25) wird vor dem Patienten ein Spiegel hin und hergedreht. Dadurch entsteht eine Bewegung des optischen Raumes, die beim Patienten eine Augenbewegung auslöst, die dem Rhythmus und der Richtung der Spiegeldrehung entspricht. Mit diesen Proben kann wohl eine Amaurose ausgeschlossen werden, eine quantitative Aussage über die Sehschärfe lassen sie jedoch nicht zu.

Als Methoden zur objektiven Sehschärfenbestimmung im Sinne des Wortes haben sich jene als besonders geeignet erwiesen, die als Anzeige die Augenbewegungen des optokinetischen Nystagmus verwenden.

Definition des optokinetischen Nystagmus

Der optokinetische Nystagmus (o.N.), schon lange als Eisenbahnnystagmus bekannt, entsteht, wenn ein sehendes Auge auf eine Folge vorüberwandernder Gegenstände (Blick aus dem Fenster eines fahrenden Zuges) oder auch nur wandernder Kontraste (Streifentrommel) blickt. Er stellt eine rhythmische Folge von zwei verschiedenen Augenbewegungen dar: Auf eine langsame Bewegung in Richtung der wandernden Objekte, als Folge- oder Führungsbewegung bezeichnet, folgt eine rasche in entgegengesetzter Richtung, die von einem Autor "Einstellbewegung" genannt wird. Der o.N. ist eine physiologische, rein optisch ausgelöste Bewegung (29) und erfolgt unbewußt und zwangsmäßig. Er wird sowohl von den Zapfen wie von den Stäbchen ausgelöst und tritt bei allen überschwelligen Lichtstärken auf (29). Nach Borries (7) ist der o.N. als der Ausdruck einer fundamentalen physiologischen Funktion des Auges anzusehen.

Physiologie des o.N.

Barany lenkte erstmals 1907 (1) das Interesse auf den Eisenbahnnystagmus und brachte 1921 (2) als erster eine Theorie zur Erklärung des o.N. Er verlangt für das Zustandekommen dieses psycho-optischen Reflexes 3 Impulse:

1. Den Fixationsimpuls.
2. Den Impuls des Verfolgens eines Objektes.
3. Das Zurückschnellen des Auges beim Anblick des neuen zu fixierenden Objektes.

Die Bahn, über die der o.N. verläuft, muß nach Barany über die Hirnrinde führen, da Fixation und Aufmerksamkeit unerlässlich für das Entstehen sind. Die Auslösung der langsamen Phase erfolgt im Gyrus angularis, die der raschen in der Frontalregion.

Diese Theorie Baranys wurde von den meisten Nystagmusforschern u.a. Kestenbaum, Cores und Borries angenommen, allerdings mit einigen Variationen z.B. in der Erklärung der beiden Phasen. Darauf wird später noch eingegangen. Für die Auslösung der beiden Phasen nehmen Kestenbaum (19) und Cords (9) wie Barany zwei verschiedene Zentren an. Die langsame Bewegung nimmt nach ihnen ihren Ausgang vom Occipitallappen (optomotorisches Feld Cords), die rasche vom Frontal- und Parietallappen. Nach anderen Autoren entstehen beide Phasen im gleichen Zentrum und verlaufen über dieselben Bahnen. Dieses Zentrum wäre in der Frontal- und Occipitalrinde zu suchen, (Fox 12). Lenz (22) meint, daß der o.N. zu allen Zentren Beziehung haben kann, von denen aus Augenbewegungen ausgelöst werden können.

Ohm lehnt die "Klassische Theorie" Baranys, wie er sie bezeichnet, als grundsätzliche Erklärung für den o.N. ab (23). Er unterscheidet zwischen dem "willkürlich-optokinetischen Nystagmus", der nur unter bestimmten Versuchsbedingungen auszulösen sei (23) und dem mehr oder weniger unwillkürlichen "oszillatorischen-optokinetischen Nystagmus",

wie er im allgemeinen an der Streifentrommel oder -Zylinder entstünde. An der Auslösung des ersteren sind nach Ohm willkürliche optische Fixation und reflektorische Einstellbewegung beteiligt. Die Aufmerksamkeit spielt eine große Rolle. Nur für diesen o.N. läßt Ohm die klassische Theorie als hinreichende Erklärung gelten. Der zweiten Form des o.N. könne dagegen nur seine Oszillationstheorie gerecht werden. (23 und 24)

Die von den Streifen ausgehenden Erregungen erzeugen als Teile eines Sinusreizes in einem subcorticalen Zentrum Schwingungen, die sich ihrerseits als Rucknystagmus äußern. Das Zentrum legt Ohm in die Vestibulariskerne. Das ganze ist demnach ein Schwingungsvorgang mit eigener Frequenz, der nach der Wellenphysik zu behandeln ist. Als Beweis für die Richtigkeit seiner Theorie führt Ohm u.a. den Nachnystagmus an. Dieser kann nach Aufhören des Reizes noch eine Zeit fortauern. Die Aufmerksamkeit ist beim oszillatorischen o.N. von geringerer Bedeutung, wenn auch bei ihrem Fehlen eine Abnahme des o.N. zu vermerken ist. Der Reflexweg verläuft nach seiner Ansicht für den willkürlich-optokinetischen N. sicher über die Rinde. Bei dem oszillatorischen-o.N. ist eine Beeinflussung des subcorticalen "Hauptaugenmuskelsenders" durch die Rinde denkbar.

Bartels (3, 4, 5) fand bei seinen Versuchen den o.N. auch noch bei niederen Tieren und Idioten. Aus diesem Grunde könne der o.N. kein höher verlaufender Reflex sein. Bartels bezeichnet ihn als einen paläocephalen Reflex und spricht von echtem Phototropismus. Die Bahn für diesen zwangsläufigen Reflex, bei dem bewußte Fixation keine Rolle spiele, verlaufe im Urhirn. Bei höheren Lebewesen hält er jedoch eine Beteiligung der Rinde und zwar des lobus occipitalis für möglich.

Einige Nystagmusforscher gelangen zu der Ansicht, daß es sowohl cortical wie auch subcortical ausgelösten o.N. gibt. Scala (27) fand bei Tieren nach Abtragung beider Hemisphären noch o.N. Das Zentrum für diesen "passiven" subcorticalen o.N. vermutet er in den vorderen 4 Hügel. Der corticale o.N. sei von der Aufmerksamkeit abhängig. Scala nennt ihn den "aktiven" o.N.

Rademaker (36) konnte beide Formen von o.N. beim Menschen nachweisen.

Ter Braak (28) beschreibt bei Tieren einen "Stiernystagmus", der durch Drehung der Umwelt, d.h. eine gleichsinnige Bewegung aller Kontraste im Gesichtsfeld ausgelöst wird. Diese Form findet er auch noch nach Entfernung beider Hemisphären, sofern die Vestibulariskerne und die vorderen 4 Hügel intakt geblieben sind. Beim Menschen konnte Ter Braak den Stiernystagmus nicht sicher nachweisen. Hier spricht er im Gegensatz zum Stiernystagmus von einem "Schaunystagmus", der von Aufmerksamkeit und Konzentration abhängig ist und durch einen einzelnen bevorzugten, sich bewegenden Kontrast hervorgerufen wird. Dieser auch bei Hunden und Affen auslösbare Schaunystagmus entsteht nach seiner Meinung cortical. Das Zentrum liege in der Sehrinde. Eine ähnliche Vielfalt der Ansichten herrscht in der Erklärung der langsamen und raschen Phase. Die Anhänger Baranys halten die langsame Phase für eine Führungsbewegung, die durch das Verfolgen eines wandernden Objektes hervorgerufen wird. Fischer (11) und Cords (9, 10) geben ihr rein visuell-reflektorischen Charakter. Da sie durch Fixation des Objektes entsteht, ist sie nach Kestenbaum (20) von der Güte der Fovea centralis abhängig. Cords und Fischer und Roelofs (26) geben wohl der Fovea und ihrer näheren Umgebung den Vorzug, jedoch könne die gesamte Retina optokinetische Impulse senden. Das Auftreten von o.N. bei zentralem Skotom und Hemianopsie beweiße es. Cords (9) vermutet eine Abnahme der optokinetischen Wirksamkeit nach der Peripherie zu. Nach Dodge (13) und Ter Braak (28) gehen von jedem Punkt der Netzhaut Impulse aus, Borries (6) spricht direkt von einer extrafovealen Fixation.

Bezüglich der raschen Phase gehen die Meinungen noch mehr auseinander. Barany, Dodge und andere bezeichnen sie als rein optisch ausgelöste Einstellbewegung, bedingt durch die Fixation eines neuen in der Peripherie des Gesichtsfeldes auftauchenden Kontrastes. Dabei sei das optokinetische Gefälle um so größer, je weiter peripher der Gegenstand auftaucht.

Andere Forscher sprechen der raschen Phase wohl reflektorischen Charakter zu, jedoch werde sie nicht durch einen optischen Reiz hervorgerufen. Bei Kestenbaum (19) stellt sie in erster Linie eine Richtungsbewegung dar und zwar die Rückkehr in die intendierte Blickrichtung. Diese bilde gewissermaßen den Nullpunkt, die Ruhelage. Bei fortschreitender Entfernung des Auges aus dieser Ruhelage entstehe eine zunehmende Spannung,

die endlich die Rückführung des Auges bewirkt. Er bezeichnet dies als eine Art zentraler Entspannungstendenz. Erst sekundär wirke sich eine optisch ausgelöste Einstellbewegung korrigierend aus. Schließlich müsse auch noch der orbitalen Entspannungstendenz, d. h. der Rückkehr des Auges in die Ruhelage relativ zur Orbita, eine Rolle zuerkannt werden.

Cords (9) sieht vorwiegend muskulosensible Reize, also die Kestenbaumsche orbitale Entspannungstendenz, als Ursache der raschen Bewegung an. Nach Roelofs (26) ist der schnelle Schlag eine Folge des langsamen, aber keine notwendige. Er nimmt wie Kestenbaum eine Gleichgewichtslage der Augen an, bei der sehr verschiedene Reize (optische, labyrinthäre, muskulosensible) den Tonus der Augenmuskeln beeinflussen. Gewinnen diese Reize bei Entfernung des Auges aus der Ruhelage durch einen optischen Reiz Oberhand über jenen, so erfolge die Rückführung des Auges in die primäre Lage.

Ter Braak führt das Vorhandensein des raschen Schlages des o.N. bei Hemianopsie gegen die optische Auslösung an.

Durch die Ergebnisse der Untersuchungen Ter Braaks (28) und Grüttners (15) wird der optisch reflektorische Charakter der langsamen Phase in Frage gestellt. Ter Braak fand, daß bei gleichbleibendem Reiz die Geschwindigkeit der langsamen Bewegung gleichmäßig zunahm und nach einiger Zeit konstante Größe erreichte, um nach Aufhören des Reizes wieder langsam auszuklingen (Nachnystagmus). Er schließt daraus auf das Bestehen einer "zentralen Hemmung" oder "zentralen Trägheit". Im Anschluß an diese Ergebnisse wies Grüttner nach, daß die Geschwindigkeit der langsamen Phase nicht von der Geschwindigkeit der Objekte abhängt. Es bestehe ein "Selbstregulierungsmechanismus", der verhindere, daß die Geschwindigkeit der langsamen Bewegung größer werde als die der Objekte. Es könne nur von einem scheinbaren Mitbewegen der Augen gesprochen werden. Nach der Baranyschen Theorie entsteht der o.N. durch das Festhalten eines wandernden Objektes, die langsame Bewegung ist also die primäre. Jung und Mittermeier (17) dagegen sind der Ansicht, daß der o.N. auf dem optischen Ergreifen eines im lateralen Gesichtsfeld auftauchenden Gegenstandes beruhe. Die rasche Phase sei der primäre, die langsame erst ein sekundärer Vorgang. Nach dieser Ansicht kann der o.N. auch mit einer schnellen Phase beginnen, was Ter Braak und Grüttner experimentell nachweisen konnten.

Methoden zur objektiven Sehschärfenbestimmung unter Verwendung des o.N.

Trotz der Verschiedenheit der Deutung der Vorgänge und ihrer Ursachen herrschte jedoch fast allgemein Einigkeit über die Brauchbarkeit des o.N. zur objektiven Bestimmung der Sehschärfe. Die Tatsache, daß er zwangsmäßig und unbewußt auftritt und daß er bis zu einem Visus von Handbewegung in $1/2$ m Entfernung auslösbar ist, sprechen dafür. Borries (6) dagegen hält den o.N. gerade aus dem letztgenannten Grund als objektives Reagens zu einer quantitativen Bestimmung für ungeeignet. Die ersten Versuche der Sehschärfenbestimmung mit Hilfe des o.N. blieben rein qualitativer Art, so bei Last (21) und Vogelsang (30).

Methoden dieser Art zum Ziele der quantitativen Erfassung der Sehschärfe wurden von Goldmann, Günther, Ohm und v. Romberg angegeben.

Sie unterscheiden sich von vornherein dadurch, daß die einen auf der Auslösung der optokinetischen Augenbewegung mit dosierten Reizen aufbauen, so bei Goldmann und Günther, die andern dagegen die Hemmung des o.N. mittels einstellbarer Lichtmarken heranziehen, wie die Methode Ohm und die nach v. Romberg-Ohm. Die erstgenannten Verfahren haben den prinzipiellen Nachteil vor denen nach Ohm und v. Romberg, daß sie die ungelöste Problemstellung enthalten, ob und wie Ursache und Ablauf des o.N. in die Meßresultate eingehen. Ohm und v. Romberg-Ohm dagegen arbeiten mit der Hemmung des o.N., von der auch Raffin (32) treffend bemerkt, daß sie eine rein optische Leistung des zu untersuchenden Auges darstellt.

Im übrigen liegt ein weiterer Wesensunterschied darin, daß v. Romberg-Ohm das Minimum visibile feststellt, das zur Hemmung des o.N. führt, während Go'dmann, Günther und auch Ohm das Minimum separabile suchen, welches den beabsichtigten Effekt auslöst.

Methode nach Goldmann.

Hinter einem Fensterausschnitt wird eine Tafel hin- und herbewegt, auf der ein Feld mit groben Schachbrettmuster von einem feinen Schachbrettmuster umgeben ist. Wird die Tafel aus einer genügenden Entfernung betrachtet, so erscheint sie homogen grau, die Bewegung wird nicht wahrgenommen. Erst bei Verringerung der Entfernung wird das grobe Muster erkannt und die von ihm gebildete Figur erscheint als hin- und herschwingend. Dadurch wird beim Patienten ein optokinetisches Augenpendeln ausgelöst, das mit einem Lupenspiegel beobachtet wird.

Das Maß für die Sehschärfe wird in der Entfernung ausgedrückt, bei der gerade noch Augenpendeln ausgelöst werden konnte. Das Minimum separabile wurde empirisch bestimmt und beträgt $2,4''$ für die Sehschärfe 1. Erfassbar sind mit dieser Methode Sehschärfen von 0,2 bis 2,0. Der Fehler beträgt nach Goldmann im Höchstfall $2/10$ Sehschärfe.

Methode nach Günther (16)

Hier werden Papierschleifen mit Schachbrettmuster verschiedener Größe zur Erzeugung des o.N. verwendet. Die Schleifen laufen hinter einem Fensterausschnitt über zwei Trommeln. Das Reizfeld hat eine konstante Größe von ca. 3° . Der Patient blickt durch ein Fixationsrohr. Vermag das Auge das Muster aufzulösen, so entsteht o.N., der mit dem Lupenspiegel beobachtet wird. Die Sehschärfe wird errechnet aus dem Winkelwert der Schachbrettmuster und der Entfernung.

Für die Sehschärfe 1 ergab sich empirisch ein optokinetisches Minimum von $2''$. Der Fehler liegt nach Günther zwischen 0,04 und 0,2 Sehschärfe.

Methode nach Ohm (24)

Wie schon erwähnt, baut Ohm seine Methode auf dem Prinzip der Hemmung des o. N. durch Lichtmarken auf, bestimmt aber das hierzu nötige Minimum separabile. Zuerst wurde der o. N. mit Hilfe einer schwarz-weiß gestreiften Trommel erzeugt. Jetzt verwendet Ohm in der Regel einen Schwarz-Weiß-Film in einem Filmprojektor, der die Streifen auf eine Mattscheibe projiziert. Auf der andern Seite der Mattscheibe sitzt der Patient in der Entfernung von $1/2$ m. Auf die Mattscheibe werden sodann verschiedene Lichtmarken projiziert, die, wenn sie erkannt werden, zur Hemmung des o. N. führen. Die kleinste Marke, die noch zu hemmen vermag, ergibt den Visus des Patienten. Ein festes, allgemeingültiges Schema für die Beziehung der Lichtmarkengröße zu den Sehschärfenwerten kann Ohm nicht aufstellen. Der normalen Sehschärfe entsprächen aber die Spiegelmarken 0,2 und 0,25.

Methode nach v. Romberg-Ohm.

V. Romberg baute seine Methode, über die er im Jahre 1950 (35) berichtete, auf dem Prinzip Ohms auf. Im Gegensatz zu den andern Anordnungen ist hier das Reizfeld zur Auslösung des o. N. sehr groß. Die Versuchsperson sitzt in einem großen Halbzylinder, auf den mit Hilfe eines kleinen, drehbaren Zylinders ein Streifenmuster projiziert wird. Die Vp. hat das Gefühl, in einem gestreiften Hohlzylinder zu sitzen, der sich um sie herumdreht. Das hat den Vorteil, daß sie sich nur schwer dem optokinetischen Reiz entziehen kann. Der entstehende o. N. ist grobschlägig und kann gut beobachtet werden. Seine Hemmung erfolgt bei der ursprünglichen v. Rombergschen Methode durch eine kleine, ruhende Lichtmarke (Spalt), die auf die Wand des Hohlzylinders projiziert wird. Die Helligkeit dieser Marke kann mittels Blenden stufenlos verändert werden.

V. Romberg zieht also zur Ermittlung des Visus das Minimum visibile heran. Dabei erhebt sich die wichtige Frage, ob eine Beurteilung der Sehschärfe,

also des Auflösungsvermögens des Auges, ausgehend von den zur Hemmung des o.N. erforderlichen Lichtwerten möglich ist. Nach Goldmann (34) kann als objektive Sehschärfenbestimmung nur eine Methode bezeichnet werden, bei der die objektive Veränderung, aus der man die Sehschärfe ableitet, durch das Minimum separabile, nicht durch das Minimum visibile hervorgerufen wird.

Ohm (24) bezeichnet die Wahrnehmung in Bezug auf den Reiz als die feinere Reaktion gegenüber der Erkennung, die einer bewußten Denkleistung bedarf und damit eine höhere seelische Funktion darstellt. Man kann zwar das hemmende Zeichen als Minimum separabile einrichten, eine Hemmung geht aber unter vielen Bedingungen schon vom Minimum visibile aus. Von zwei Sehmarken gleicher Größe, aber unterschiedlicher Helligkeit wird z.B. nur die hellere wirksam, die lichtschwächere wird nicht mehr beachtet.

Die Ergebnisse der Untersuchungen, die bereits an verschiedenen Kliniken mit der v. Rombergschen Methode durchgeführt wurden, zeigten, daß, ausgehend von dem zur Hemmung nötigen Minimum visibile, eine Beurteilung des Sehvermögens möglich ist. Weigelin (31) gibt eine Maximalkorrelation von 0,95 an zwischen Leuchtdichte der Testfläche beim Verschwinden des o.N. und dem Sehvermögen. Er meint, daß ein Rückschluß von der Leuchtdichte des Rasters, bei der eine Hemmung zu beobachten ist, auf das Sehvermögen prinzipiell erlaubt ist.

Zu denselben grundsätzlichen Ergebnissen führen die Arbeiten aus Münster (32) und Marburg (unveröff.). Die relativ große Streubreite in den Ergebnissen mag zum großen Teil durch die technischen Unzulänglichkeiten der Versuchsanordnungen erklärt werden. Alle Arbeiten zeigen jedoch, daß die klinische Anwendung dieser objektiven Sehschärfenprüfung durchaus brauchbare Resultate bringt und für die Beurteilung des Visus z.B. von Simulanten und Aggravanten eine große Hilfe ist.

Da bei der v. Rombergschen Methode das Minimum visibile ausschlaggebend ist, kann die Größe der Marken zur Hemmung des o.N. beliebig gewählt werden. Münster, Bonn und Marburg verwenden sehr große Raster im Gegensatz zum ursprünglichen v. Rombergschen Lichtspalt. Münster (32) projiziert ein Raster von 1 mal 1 Meter, Bonn (31) 85 mal 85 cm, Marburg ein Schachbrettmuster von 35 mal 35 cm. Diese großen Marken haben

wohl den Vorteil, daß sie bei Sichtbarwerden das Interesse des Patienten erregen; der Zwang, sie zu fixieren, ist größer, die Hemmung eine vollkommene. Außerdem fällt die, oft bei optokinetischen Augenbewegungen auftretende. Verlagerung der Blickrichtung der Augen entgegengesetzt der Drehrichtung der Streifen nicht ins Gewicht. Kleine Marken würden in einem solchen Fall nicht mehr auf der Fovea abgebildet, es tritt keine Hemmung ein.

Auch Ohm (24) benutzt, wenn die Spiegelmarken (Minimum separabile) nicht zur Hemmung führen, einen großen Raster von ca. 50 mal 50 mm und nähert sich somit den eben ausgeführten Abwandlungen der Methode v. Romberg an.

An unsrer Klinik wurden nach dem ursprünglich v. Rombergschen Verfahren Untersuchungen an mehr als 300 Augen durchgeführt (33). Zur Hemmung des o. N. wurde die Projektion eines kleinen Lichtspätes benutzt. Aus den Ergebnissen dieser Versuche könnte zunächst geschlossen werden, daß sich mit dieser Methode nur grobe Aussagen über das Sehvermögen ergeben. Für eine genauere Bestimmung erscheint die Schwankungsbreite zu groß.

Im routinemäßigen Gebrauch hat sich jedoch die Prüfung nach v. Romberg-Ohm, speziell mit der kleinen Hemm-Marke, recht gut bewährt.

Daneben wurden auch Untersuchungen durchgeführt, bei denen zur Hemmung des o. N. ein quadratisches Raster von 51 mal 51 cm verwendet wurde. Es entstand dabei der Eindruck, daß sich bei der Sehschärfenbestimmung mit der kleinen Marke bessere Ergebnisse erzielen lassen. Aus diesen zum Teil sich widersprechenden Tatbeständen ergab sich die Notwendigkeit, durch Vergleichsmessungen die beiden Methoden gegeneinander abzuschätzen.

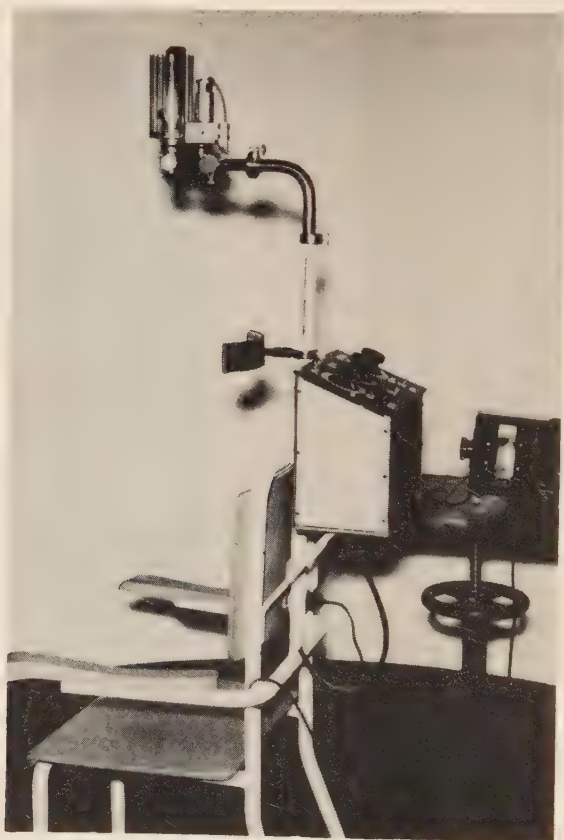
Durchführung der Versuche

In einem verdunkelten Raum befindet sich ein senkrecht stehender Halbzylinder von ca. 2 m Höhe und einem Durchmesser von 3 m. Die Versuchsperson nimmt auf einem Stuhl in einer Entfernung von 1,50 m von der Projektionswand Platz. An dem Stuhl ist über dem Kopf der Vp. ein senkrecht stehender Glaszylinder angebracht. Dieser ist mit schwarzen, parallel zur Achse des Zylinders verlaufenden Streifen versehen. In dem Zylinder befindet sich eine Einfadenlampe (Osram Wi 9, 12 V / 6,5 A), durch die das Streifenmuster auf die Wand des Halbzylinders projiziert wird. Dort erscheinen die dunklen Streifen in einer Breite von 8 cm. Sie werden unter einem Sehwinkel von ca. 3° gesehen. Die scheinbare Entfernung der Streifen voneinander beträgt 34 cm. Mittels eines Elektromotors wird der Glaszylinder um seine senkrechte Achse gedreht. Dadurch wandern die Streifen auf der Projektionswand. Sowohl die Drehrichtung der Streifen als auch die Geschwindigkeit können verändert werden. Im Laufe der Untersuchungen stellte sich eine Geschwindigkeit von 2 Streifen in der Sekunde als die günstigste heraus.

Über einen regelbaren Widerstand könnte auch die Helligkeit der Einfadenlampe, damit also die Grundbeleuchtung des Halbzylinders, variiert werden. Für die gesamten Messungen wurde jedoch dieser Widerstand konstant gehalten, so daß die Grundbeleuchtung praktisch nur von etwaigen Netzspannungsschwankungen beeinflußt wurde. In der Mitte des Halbzylinders werden durch einen Projektor die Hemm-Marken abgebildet. Als kleine Marke wird die Projektion eines Lichtspaltes verwendet. Sie mißt an der Wand 2 mal 0,3 cm und wird von der Versuchsperson unter einem Sehwinkel von 6,9 Minuten gesehen.

Das wahlweise verwendete Hemmraster hat eine Kantenlänge von 51 cm auf dem Halbzylinder. Seine Fläche wird durch 15 senkrechte und 15 waagerechte schwarze, 0,3 cm starke Striche in kleine Quadrate von 3 cm Seitenlänge geteilt. Über einen Drèhwiderstand von 1000 Ohm kann

die Helligkeit der Marken praktisch stufenlos geändert werden. Das Maß für die Helligkeit der Marken wird in Skalenteilen der Widerstandsskala angegeben. Die Teilung der Skala reicht von 0 bis 140, dabei bedeuten steigende Ziffern zunehmende Beleuchtung.



Für die Ergebnisse ist es von Wichtigkeit, daß die Entfernung des zu untersuchenden Auges von der Wand konstant bleibt. Deshalb wurde der Kopf des Patienten durch eine Stütze fixiert. Jedes Auge wurde für sich allein untersucht.

Durch die Rotation des Streifenmusters wird bei der Versuchsperson optokinetischer Nystagmus ausgelöst. Sobald die Lichtmarken projiziert und von der Vp. gesehen werden, verschwindet der o.N. Er tritt erst wieder auf, wenn die Helligkeit der Marken für die Fovea unerschwellig geworden ist. Die Hemmung und das Wiedereintreten des o.N. können ohne Hilfsmittel festgestellt werden. Dies ist ohne Schwierigkeiten möglich, wenn der Beobachter seitlich hinter dem Stuhl mit der Vp steht. Die Marken werden zuerst mit voller Helligkeit angeboten, dann nach und nach abgedunkelt. Der Wert, bei dem der o.N. wieder auftritt, wird auf der Widerstandsskala abgelesen. In Zweifelsfällen wurde auch durch den Beobachter die Hemm-Marke langsam von völliger Dunkelheit bis zur Hemmung des o.N. aufgehellt und der dabei erreichte Skalenteil abgelesen. Die Werte entsprachen weitgehend den bei dem vorher genannten Verfahren gewonnenen Einstellungen.

Die Prüfung wird für jedes Auge zuerst mit dem Lichtspalt durchgeführt. Um starke Ermüdung zu vermeiden, wird dann eine kleine Pause eingeschaltet. Darauf folgt die Untersuchung mit dem Raster. Wegen der grossen Streuung der Einzelmessungen werden jeweils 5 Einzelbestimmungen ausgeführt und aus diesen der Mittelwert errechnet.

Um vollständig unbeeinflusste Meßergebnisse zu erhalten, wurde grundsätzlich unterlassen, den Patienten über den Zweck des ganzen Vorganges aufzuklären.

Ergebnisse und Auswertung.

Es wurden über 400 Augen jeder Sehschärfe bei Patienten im Alter von ca. 6 bis 80 Jahren geprüft. In allen Fällen war das angegebene Sehvermögen glaubhaft. Wenn es möglich war, wurden die Augen mit und ohne Korrektur geprüft. Die Ursachen der Sehverschlechterung waren neben Refraktionsanomalien Trübungen der brechenden Medien, Augenhintergrundsveränderungen und Schädigung des Nervus opticus.

In fast allen Fällen konnte gut zu beobachtender o.N. erzeugt werden, allerdings von unterschiedlicher Amplitude und Frequenz. Die individuelle Verschiedenheit der optokinetischen Reaktion sind jedoch bekannt und für das Ergebnis völlig gleichgültig. Nur bei einigen Patienten mit einem Sehvermögen von Handbewegungen in 1 Meter Entfernung und weniger trat kein o.N. auf. Bei 2 Patienten konnte primär o.N. ausgelöst werden, er trat aber nach einmal erfolgter Hemmung nicht wieder ein, selbst bei längerem Einwirken des rotierenden Streifenmusters. Allem Anschein nach konnten sich diese beiden Personen durch zum Teil unbewußte Konzentration dem optischen Reiz der Streifen entziehen. Diese beiden Fälle sowie jene, die durch nystagmiforme Einstellbewegungen ein zuverlässiges Beobachten der Hemmung und des Wiedereintretens des o.N. nicht zuließen, wurden nicht verwertet.

Eine Reihe von Patienten klagte im Verlauf der Prüfung über Schwindel, zuweilen sogar Übelkeit. Das große Reizfeld dürfte eine nicht unerhebliche Beeinflussung des Vegetativums mit sich bringen, die an sich für den Versuch von Vorteil ist, wenn auch für den Patienten lästig. Die Patienten ergreifen, allein um das lästige Gefühl des Sich-Drehens loszuwerden, jeden ihnen angebotenen ruhenden Punkt und fixieren diesen solange es nur möglich ist. Dies Verhalten konnte auch bei mehreren Simulanten beobachtet werden.

Ein auffallender Unterschied in der Hemmung des o.N. durch die kleine Marke oder das Raster zeigte sich nur bei Augen mit zentralem Skotom,

Augenkrankheiten mit schlechter zentraler Fixation und bei Augen mit einem Visus von $1/35$ und weniger. In diesen Fällen trat bei der Strichmarke die Hemmung gar nicht (Skotom. Hemianopsie) oder nur sehr verzögert und unvollkommen ein. Mit dem Quadrat konnte hier meist vollständige Hemmung erzielt werden.

Die Fixation der kleinen Marke dürfte vom Patienten etwas mehr Aufmerksamkeit fordern als die des Rasters. Ist sie aber grundsätzlich vorhanden, so läßt sich bei der Strichhemmung das Aussetzen des o.N. leichter beobachten. Das Auge wird sofort auf den kleinen Gegenstand eingestellt und kommt gleichsam zur Ruhe. Das Raster verleitet zu ständiger Blickrichtungsänderung innerhalb des Rasterfeldes, die die Beobachtung der Hemmung bzw. des Wiedereinsetzens des o.N. erheblich erschweren kann, insbesondere bei nervösen Patienten.

Ein weiterer Vorteil des Striches scheint die kürzere Spanne zwischen dem Verschwinden des Objektes und dem Wiederauftreten des o.N. zu sein. Es mag sein, daß das Raster, das an sich schon wesentlich länger gesehen wird, ein relativ starkes Nachbild hinterläßt. Dies wird eine geraume Zeit weiterfixiert, das Entstehen des o.N. wird verzögert, obwohl der Patient bereits nichts mehr wahrnimmt. Das Nachbild des Striches dagegen ist so klein, daß es sehr schnell von den intensiven Reizen der wandernden Streifen übertönt wird, der o.N. also schneller wieder aufgelöst wird.

In den Tabellen 1 bis 14 sind die Meßwerte von 414 Augen entsprechend dem angegebenen Visus zusammengefaßt; außerdem jeweils noch die Anzahl der Fälle, für die diese durch den Skalenwert charakterisierte Lichtintensität zur Hemmung des o.N. nötig war. Die Tabellen der Gruppe a enthalten die Resultate der Prüfung mit der kleinen Lichtmarke, die der Gruppe b jene mit Rasterhemmung.

Tabellen 1 bis 14

Häufigkeitsverteilung für Visus von 5/4 bis 1/50.

(a: Werte für die Prüfung mit der Strichmarke, b: Werte für die Messung mit dem Raster.)
 Skw. = Skalenwert, Fz. = Anzahl der Fälle, V = Visus.

Tab. 1 a: V 5/4

Skw.	Fz.
56	3
57	6
58	3
59	5
60	10
61	13
62	14
63	10
64	12
65	8
66	10
67	3
68	3
	<u>100</u>

Tab. 2 a: V 5/5

Skw.	Fz.
61	4
62	2
63	2
64	6
65	2
66	4
67	2
68	1
69	5
70	7
71	1
72	3
73	1
74	<u>1</u>
	41

Tab. 3 a: V 5/7,5

Skw.	Fz.
62	2
63	4
64	3
65	3
66	2
67	1
68	3
69	4
70	4
71	5
72	2
73	4
74	1
75	5
76	1
77	<u>3</u>
	47

Tab. 1 b: V 5/4

Skw.	Fz.
38	1
40	2
42	3
43	1
44	7
45	7
46	5
47	4
48	8
49	11
50	10
51	7
52	5
53	10
54	4
55	5
56	4
57	1
58	<u>1</u>
	96

Tab. 2 b: V 5/5

Skw.	Fz.
43	2
45	1
46	2
47	1
48	2
49	4
50	3
51	4
52	5
53	4
54	5
55	4
56	3
57	1
59	1
61	1
63	<u>1</u>
	44

Tab. 3 b: V 5/7,5

Skw.	Fz.
45	2
46	1
47	1
48	2
49	4
50	3
51	1
52	4
53	3
54	3
56	3
57	3
59	6
60	3
62	3
63	2
64	3
65	<u>2</u>
	49

Tab. 4 a: V 5/10

Skw.	Fz.
65	1
67	1
68	3
70	5
71	2
72	3
73	2
74	5
75	5
77	1
78	4
79	2
82	2
	<u>36</u>

Tab. 5 a: V 5/15

Skw.	Fz.
70	5
71	1
72	1
73	3
74	2
75	3
76	4
77	8
78	4
79	2
80	4
81	3
82	3
83	5
84	1
85	1
86	5
87	1
	<u>56</u>

Tab. 6 a: V 5/20

Skw.	Fz.
75	1
76	2
77	2
80	1
81	3
82	4
83	4
84	3
85	3
86	2
87	1
88	1
91	1
92	2
	<u>30</u>

Tab. 4 b: V 5/10

Skw.	Fz.
47	1
50	4
52	3
53	5
55	3
56	3
57	4
58	2
59	2
60	4
62	2
63	1
66	1
67	1
	<u>36</u>

Tab. 5 b: V 5/15

Skw.	Fz.
50	1
51	2
52	1
53	3
54	3
55	5
56	5
57	3
58	5
59	4
60	3
61	6
62	3
63	3
64	5
65	2
66	1
67	1
68	3
69	1
70	1
	<u>61</u>

Tab. 6 b: V 5/20

Skw.	Fz.
53	1
54	1
55	3
56	2
58	3
59	1
60	3
61	3
62	3
63	3
64	1
65	1
67	1
68	1
69	1
72	1
74	1
	<u>30</u>

Tab. 7 a: V 5/25

Skw.	Fz.
77	1
82	2
83	2
85	3
86	1
87	2
88	3
89	1
90	1
91	1
92	1
94	1
96	1
	<u>20</u>

Tab. 8 a: V 5/35

Skw.	Fz.
82	1
83	2
84	2
85	5
86	2
87	2
88	1
91	1
93	1
95	2
96	2
97	3
98	2
99	2
102	1
	<u>29</u>

Tab. 9 a: V 5/50

Skw.	Fz.
85	2
89	1
91	1
92	3
95	1
96	2
97	2
98	1
99	3
100	2
102	3
103	1
106	2
107	1
	<u>25</u>

Tab. 7 b: V 5/25

Skw.	Fz.
55	1
58	1
60	3
61	1
62	1
63	2
64	1
65	2
66	2
67	2
73	1
74	2
75	2
	<u>21</u>

Tab. 8 b: V 5/35

Skw.	Fz.
52	2
53	1
54	2
55	1
56	2
58	3
59	1
60	3
62	2
63	1
65	2
66	4
68	1
69	2
77	3
78	1
	<u>31</u>

Tab. 9 b: V 5/50

Skw.	Fz.
59	1
60	3
62	1
63	1
64	2
66	3
67	1
70	1
71	1
72	1
75	1
76	1
77	1
80	1
81	1
87	1
	<u>21</u>

Tab. 10 a: V 1/15

Skw.	Fz.
92	2
95	1
97	1
100	1
103	2
104	1
105	1
106	2
107	1
	<u>12</u>

Tab. 11 a: V 1/20

Skw.	Fz.
99	1
101	1
103	1
104	1
105	2
115	1
118	1
123	1
	<u>9</u>

Tab. 12 a: V 1/25

Skw.	Fz.
104	1
111	1
112	1
125	1
	<u>4</u>

Tab. 10 b: V 1/15

Skw.	Fz.
60	1
61	1
63	1
64	1
65	1
67	1
70	1
73	2
74	2
76	1
	<u>12</u>

Tab. 11 b: V 1/20

Skw.	Fz.
54	1
65	1
67	1
70	1
73	2
84	1
89	1
90	1
	<u>9</u>

Tab. 12 b: V 1/25

Skw.	Fz.
67	1
75	1
80	1
85	1
87	1
89	1
	<u>6</u>

Tab. 13 a: V 1/35

Skw.	Fz.
104	1
106	1
113	1
114	1
118	1
120	1
122	1
124	1
125	1
126	1
	<u>10</u>

Tab. 13 b: V 1/35

Skw.	Fz.
74	1
75	1
76	1
78	1
83	2
84	2
85	2
88	1
90	1
94	1
95	1
	<u>14</u>

Tab. 14 b: V 1/50

Skw.	Fz.
83	1
85	1
88	1
94	1
96	1
	<u>5</u>

Bei dem Visus 1/50 reicht die Strichmarke nicht mehr zur Hemmung des o. N. aus.

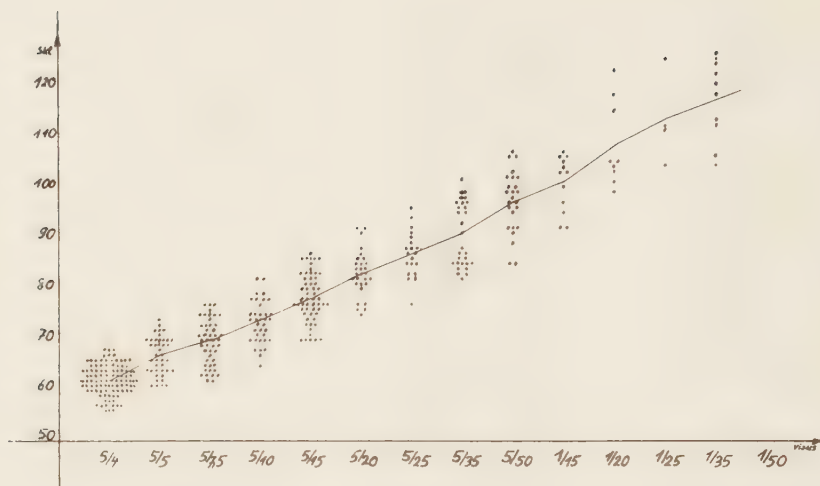


Abbildung 1 (Strichhemmung)

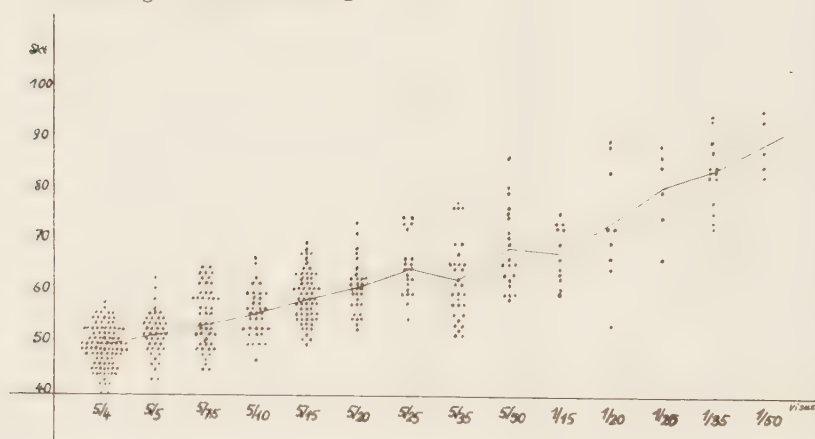


Abbildung 2 (Rasterhemmung)

Die Abbildungen 1 und 2 vermitteln ein Bild über die Verteilung der Meßwerte innerhalb der Visusgruppen, zugleich einen Eindruck über die Ausdehnung der Helligkeitsbereiche, innerhalb derer die Hemmung des o. N. auftrat.

Die Kurve stellt eine Verbindung der Gruppenmittelwerte dar. Auf der Ordinate sind die Widerstandseinheiten in Skalenteilen eingetragen, auf der Abszisse das Sehvermögen. Abbildung 1 enthält die Werte der Strichhemmung, Abbildung 2 die der Prüfung mit dem Raster.

Die Tabellen, deutlicher noch die Abbildungen, zeigen, daß bei der Strichprüfung die gefundenen Skalenwerte sich besser um ein Mittel gruppieren. Der Streubereich ist durchweg kleiner. Dies trifft besonders für den Bereich von 5/4 bis 5/50 zu. Die Steigung der Kurve ist im Fall der Strichhemmung größer. Beides spricht für eine bessere Trennschärfe zwischen den einzelnen Gruppen. Für die Sehschärfen von 1/20 bis 1/50 konnten zu wenig Augen untersucht werden, so daß hier eine entsprechende Auswertung nicht möglich ist. Die praktische Erfahrung scheint hier aber eine Überlegenheit des Rasters zu ergeben, weil, wie schon oben erwähnt, die Strichmarke bei den genannten Sehschärfen nicht mehr zur einwandfreien Hemmung ausreicht.

Für jede Gruppe wurden die Mittelwerte bestimmt und der mittlere Fehler σ nach der Formel

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n-1}}$$

berechnet. Dabei bedeutet d die Differenz zwischen dem Mittelwert, und dem Meßwert, n die Anzahl der Messungen.

Aus den Tabellen 15 a und b sind die gefundenen Werte für die Visusgruppen 5/4 bis 1/50 zu ersehen. Der besseren Übersicht halber wurde die Zahl der untersuchten Augen nochmals mit vermerkt.

Tabellen 15 a und b.

Tabelle 15 a: (Strichhemmung)

Visus	Zahl	Mittel	δ
5/4	100	62	+ 2,9
5/5	41	67	+ 3,7
5/7,5	47	70	+ 4,5
5/10	36	74	+ 4,0
5/15	56	78	+ 4,7
5/20	30	83	+ 4,3
5/25	20	87	+ 4,5
5/35	29	91	+ 6,3
5/50	25	97	+ 6,0
1/15	12	101	+ 5,5
1/20	10	108	+ 7,9
1/25	4	113	+ 8,7
1/35	10	117	+ 7,7
1/50	--	--	---

Tabelle 15 b: (Rasterhemmung)

Visus	Zahl	Mittel	δ
5/4	96	50	+ 4,2
5/5	44	52	+ 4,0
5/7,5	49	54	+ 5,9
5/10	35	56	+ 4,7
5/15	61	59	+ 4,9
5/20	30	61	+ 5,1
5/25	21	65	+ 5,8
5/35	29	63	+ 7,8
5/50	21	69	+ 7,8
1/15	12	68	+ 4,2
1/20	9	74	+ 11,4
1/25	6	81	+ 8,3
1/35	14	84	+ 6,5
1/50	6	89	+ 5,0

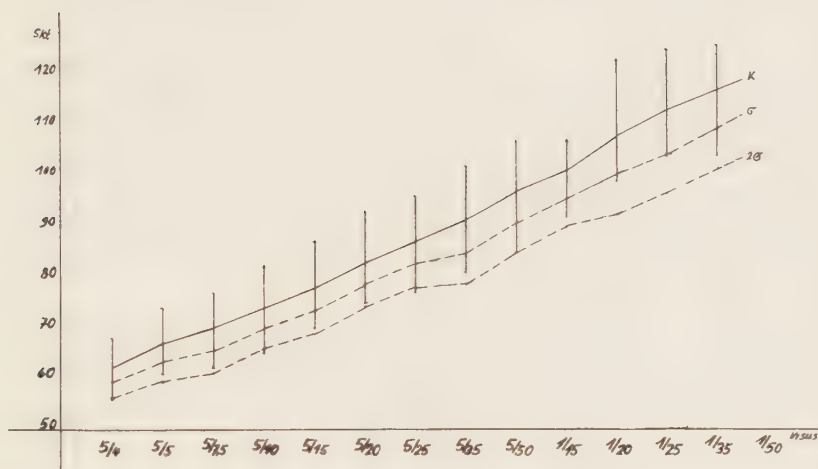


Abbildung 3 (Strichhemmung)

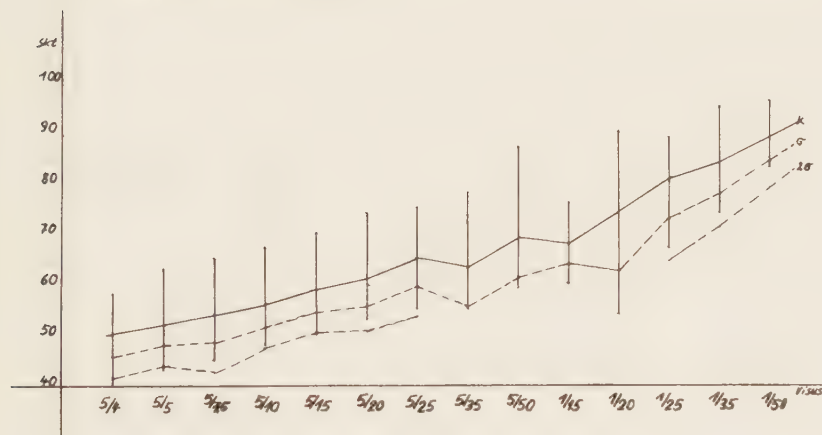


Abbildung 4 (Rasterhemmung)

In den Abbildungen 3 und 4 wurden die Helligkeitsbereiche als Striche eingetragen. Die ausgezogene Linie stellt die Verbindung der Mittelwerte dar (K).

Da die Begrenzung der Sehschärfen nach unten von eigentlichem Interesse ist, wurde nur die untere 3'-Grenze und 2'-Grenze eingezeichnet (gebrochene Linien).

Der mittlere Fehler $\bar{m}$ der Messungen mit Nystagmushemmung durch die Strichmarke ist bis zu einem Sehvermögen von 1/15 durchweg kleiner (Abbildung 3 und 4). Bei beiden Versuchsreihen zeigt sich eine stete Zunahme der Streuung nach den schlechteren Sehschärfen hin. Die verschiedene, vor allem die bei abnehmenden Sehschärfen notwendigerweise immer geringer werdende Zahl der geprüften Augen, gestattet jedoch keinen exakten Vergleich, somit auch noch keine endgültige Aussage über die Ursache der relativ großen Streuung.

Die Tabellen 16 a und b vermitteln ein Eindruck über die Größe der Unsicherheit beider Meßmethoden. Unter Spalte 1 findet sich der dem Durchschnittswert entsprechend Visus. Spalte 2 und 3 enthalten die Sehschärfen, die der unteren 3' und 2'-Grenze entsprechen.

Tabelle 16 a: (Strichhemmung)

Skw. = durchschnittlich gefundener Skalenwert.

Skw.	6	1	2	3
62	$\begin{smallmatrix} \uparrow \\ - \end{smallmatrix} 2,9$	5/4	5/4,6	5/5,9
67	$\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix} 3,7$	5/5	5/7,8	5/10
70	$\begin{smallmatrix} \uparrow \\ - \end{smallmatrix} 4,5$	5/7,5	5/10	5/16,6
74	$\begin{smallmatrix} \uparrow \\ - \end{smallmatrix} 4,0$	5/10	5/15	5/19,2
78	$\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix} 4,7$	5/15	5/20	5/26
83	$\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix} 4,3$	5/20	5/25	5/35
87	$\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix} 4,5$	5/25	5/35	5/45,5
91	$\begin{smallmatrix} - \\ - \end{smallmatrix} 6,3$	5/35	5/50	1/16,3
97	$\begin{smallmatrix} - \\ - \end{smallmatrix} 6,0$	5/50	1/16,3	1/20
101	$\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix} 5,5$	1/15	1/18,8	1/24,3
108	$\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix} 7,9$	1/20	1/31,2	$\leq 1/50$
113	$\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix} 8,7$	1/25	$\leq 1/50$	
117	$\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix} 7,7$	1/35	$\leq 1/50$	

Tabelle 16 b: (Rasterhemmung)

Skw.	6	1	2	3
50	$\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix} 4,2$	5/4	5/7,5	5/12,8
52	$\begin{smallmatrix} \uparrow \\ - \end{smallmatrix} 4,0$	5/5	5/10	5/16,6
54	$\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix} 5,9$	5/7,5	5/16,1	5/25
56	$\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix} 4,7$	5/10	5/17,8	5/41,6
59	$\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix} 4,9$	5/15	5/23,8	5/50
61	$\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix} 5,1$	5/20	5/41,6	1/17,2
65	$\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix} 5,8$	5/25	1/16,6	1/21,2
63	$\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix} 7,8$	5/35	1/17,2	1/22,7
69	$\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix} 7,8$	5/50	1/31,6	1/35
68	$\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix} 4,2$	1/15	1/18,1	1/21,2
74	$\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix} 11,4$	1/20	1/35	1/50
81	$\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix} 8,3$	1/25	1/50	1/50
84	$\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix} 6,5$	1/35	1/50	
89	$\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix} 5,0$	1/50		

Die Unsicherheit der Strichmessung erscheint also erheblich geringer.

♫ liegt meist zwischen $1/25$ bis $1/5$ Sehschärfe. So läßt sich hier schon mit einiger Sicherheit aussagen, daß bei einem gemessenen Skalenwert, z.B. 74, eine Sehschärfe von $5/10$ bis $5/15$ zu erwarten ist. Auf keinen Fall kann sie schlechter als $5/20$ sein. Dieser Wert würde der 26-Grenze entsprechen. Schon bei diesem besseren Visus ist bei der Prüfung mit dem Raster der Fehlerbereich größer. Hier fällt die Sehschärfe der 6-Grenze schon in die Gruppe $5/20$.

Eine objektive Sehschärfenbestimmung hat in der Hauptsache wohl die Aufgabe, Simulanten zu beurteilen bzw. zu überführen. Es liegt also schon ein großer Vorteil darin, feststellen zu können, welches Sehvermögen mindestens vorhanden sein muß. In der Regel liegt bereits Simulation vor, wenn eine schlechtere Sehschärfe, als dem 26-Wert der Tabelle 16 a entspricht, angegeben wird.

Folgende Fälle mögen für die praktische Verwendbarkeit der Methode, insbesondere der Prüfung mit der kleinen Marke, sprechen.

Fall I: 2/3903/57, F.G., 35 Jahre.

Als Soldat war der Patient Rechtsschütze. 1943 erlitt er eine Kontusionsverletzung am rechten Auge. Nach dem Entlassungsbefund aus dem Lazarett bestand 1943 auf dem rechten Auge ein Visus von $5/25$. Nach Kriegsende bis jetzt erhielt der Patient wegen Erblindung des rechten Auges 30% KB Rente. Bei der Nachuntersuchung 1957 in der Klinik gab der Patient nur ein Erkennen von Handbewegungen in 1 m Entfernung mit dem rechten Auge an, für das linke Auge einen Visus von $5/4$.

Befund: rechts lediglich Pigmentverschiebung in der Macula. Die Prüfung am Apparat nach von Romberg-Ohm ergab Werte, die rechts einem Sehvermögen von $5/35$ bis $5/25$, links einem Visus von $5/4$ entsprechen würden.

Nach Belehrung gibt der Patient ein Sehvermögen von $5/35$ für das rechte Auge zu.

Fall II: 2/10482/57, B.J., 50 Jahre.

Im Oktober 1956 hatte der Patient einen Arbeitsunfall mit Steinsplitter-

verletzung der Hornhaut des linken Auges. Seither angeblich links eine Sehverschlechterung. Der Patient kommt zur Begutachtung von der Berufsgenossenschaft.

Befund: links nur parazentral oberflächliche Hornhauttrübung. Patient gibt rechts einen Visus von 5/4 an, links von 1/25, G. b. n. Romberg: rechts 65, entspricht einem Visus von 5/4; links 80, entspricht einem Visus von 5/15.

Nach Ermahnung und Belehrung wird mit dem linken Auge glatt 5/10 gelesen.

Fall III: 2/10613/57, R.E., 44 Jahre.

1946 machte der Patient in russischer Gefangenschaft eine Nephritis durch, die angeblich eine Opticusatrophie zur Folge hatte. Seit 1948 erhielt er als Kriegsblinder KB Vollrente (100% mit Pflegezulage). Bei der Nachuntersuchung im Oktober 1957 gab der Patient nur ein Erkennen von Handbewegungen in 1 m Entfernung zu.

Befund: Myopie von 11 D beiderseits, geringe myopische Fundusveränderungen, Papille und Macula o.B.

Die objektive Sehschärfenprüfung am v. Rombergschen Apparat ergab beiderseits mit Korrektur Werte, die einem Visus von 5/15 bis 5/10 entsprechen würden.

Nach Ermahnung und längerer Prüfung wird rechts mit -11,0 sph 5/12 und links mit -11,0 sph 6/12 gelesen. In der Nähe konnte ohne Korrektur beiderseits Nd. 2 gelesen werden.

Fall IV: 2/8261/57, S.J., 43 Jahre.

Anamnese: Der Patient hat früher gut gesehen. 1944 sei das rechte Auge durch einen Granatsplitter verletzt und anschließend 2 mal operiert worden. Auch das linke Auge soll verletzt worden sein. Der Patient lag bis Kriegsende im Lazarett. Seit 1946 bezieht er wegen Erblindung des rechten Auges und praktischer Erblindung des linken Auges als Kriegsblinder KB Vollrente mit Pflegezulage. Bei einer Nachuntersuchung im Zuge einer Kapitalsabfindung wegen Hausbau fiel dem untersuchenden Arzt

auf, daß der objektive Befund mit den Angaben des Patienten nicht übereinstimmte. Bei dem Arzt wurde rechts Erkennen von Lichtschein und links ein Visus von 5/35 zugegeben. Wegen Verdacht auf Simulation wurde der Patient erneut hier begutachtet.

Befund: rechts Aphakie mit totaler Iridektomie und geringe Hornhautnarben, Fundus o.B., Links fanden sich feine Hornhautnarben, sonst normaler Befund in allen Abschnitten.

Beiderseits wurde als Visus Erkennen von Handbewegungen in 1 m Entfernung zugegeben.

Die Untersuchung am Gerät nach v. Romberg zeigte rechts mit Starkkorrektur (+ 13,0 sph) einem Visus von 5/25 bis 5/20, links einer Sehschärfe von 5/20 bis 5/15 entsprechende Werte.

Nach langer Ermahnung wird rechts mit Starglas ein Visus von 5/25 zugegeben. Für das linke Auge bleibt der Patient bei der Behauptung nur Handbewegungen zu erkennen, trotzdem er einen Monat vorher bei dem erstuntersuchenden Arzt ohne Korrektur 5/35 zugegeben hatte.

Die Rente wurde auf 45 bis 50% herabgesetzt.

In den angeführten Fällen wurde gezeigt, wie mit Hilfe der objektiven Sehschärfeprüfung nach v. Romberg-Ohm Simulanten überführt werden konnten. Im folgenden Fall konnte jedoch der außerhalb der Klinik erhobene Verdacht auf Simulation durch die Untersuchung am Apparat nach v. Romberg-Ohm entkräftet werden.

Fall V: 2/8336/57, P.L., 42 Jahre.

Der Patient war als Soldat Rechtsschütze. 1944 erlitt er durch Verschüttung eine Kontusionsverletzung des rechten Auges. Wegen praktischer Erblindung dieses Auges erhielt er bisher 30% KB Rente. Bei einer Nachuntersuchung außerhalb der Klinik wurde der Verdacht geäußert, daß der Patient mit dem rechten Auge simuliere und angeblich mit Simulationsbrille 5/20 sehen würde. Er wurde deshalb zur objektiven Sehschärfeprüfung hierher eingewiesen.

Befund: o.d., großer, grau-weißer Narbenherd von der Papille in die

Macula reichend. Visus: Erkennen von Handbewegung bei sicherer Lichtlokalisation; Zentralskotom von 30° bei regelrechten Gesichtsfeldaußengrenzen.

Bei der Untersuchung am Rombergschen Apparat konnte rechts wohl o. N. erzeugt werden aber keine Fixation erreicht werden. Links fand sich ein Skalenwert, der einem Visus von $5/7$ entsprechen würde. Die zur Ergänzung vorgenommenen Simulationsprüfungen (Gramma, Synoptophor, Simulationsbrille) zeigten ebenfalls ein negatives Ergebnis. Die Angaben des Patienten entsprachen somit dem objektiven Befund, der Verdacht auf Simulation konnte nicht aufrechterhalten werden.

Die eben angeführten Fälle zeigen, daß der Patient in der Regel nicht übervorteilt wird, wenn der Beurteilung die der $6'$ -Grenze entsprechende Sehschärfe zugrundegelegt wird.

Dies trifft nicht zu für Patienten mit Amblyopie und Aphakie.

Amblyope Augen ergeben nach der Methode v. Romberg einen wesentlich besseren Visus als an den Sehprobentafeln. So wurde z. B. für ein rechtes, amblyopes Auge ein subjektives Sehvermögen von $1/35$ angegeben. Unsere Prüfung erbrachte die Werte 81 für die Strichhemmung und 57 für die Rasterhemmung. Diese Werte würden einem Sehvermögen von mindestens $5/20$ entsprechen. In einem anderen Fall wurden bei der objektiven Sehschärfeprüfung die Werte 78 und 50 gefunden. Danach mußte eine Sehschärfe von $5/20$ bis $5/15$ vorhanden sein. Subjektiv wurde jedoch nur $1/20$ zugegeben. Fast alle amblyope Augen zeigen diese Diskrepanz mehr oder minder deutlich.

Bei den aphaken Augen konnten folgende Beobachtungen gemacht werden: Die Augen wurden immer voll auskorrigiert und dann am v. Rombergschen Apparat geprüft. Es wurden ca. 20 Augen untersucht. In fast allen Fällen handelte es sich um Linsenextraktionen infolge grauen Stars. Bei 11 dieser Augen trat der o. N. sehr viel früher wieder auf, als zu erwarten war.

So gab z. B. ein Patient für sein linkes Auge mit der Korrektur (+ 11,0 sph > + 1,75 cyl, A 90°) an der Sehprobentafel den Visus $5/10$ p an.

Die Werte der objektiven Prüfung betrugen 116 (Strich) und 92 (Raster). Danach wäre das Sehvermögen schlechter als 1/25. Es seien noch kurz einige weitere Fälle aufgeführt.

Auge	Visus _s	Strich	Raster	Visus _R
o.s. (+ 10,0 sph $\ominus$ + 0,75 cyl.)	5/4	87	67	5/25
o.s. (+ 12,0 sph $\ominus$ + 2,5 cyl. A 120 ^o)	5/4	106	83	1/15, 1/25
o.d. (+ 9,0 sph $\ominus$ + 3,0 cyl. A 5 ^o)	5/20	105	74	1/20-1/15

Visus_s = subjektiv bestimmter Visus.

Visus_R = objektiv ermittelter Visus.

Die Patienten mit den oben angeführten Augen sind alle über 60 Jahre alt.

Bei den übrigen aphaken Augen, die traumatisch verursacht und z.T. jüngeren Jahrgängen eigen waren, entsprechen die objektiv am v. Romberg'schen Apparat gefundenen Sehschärfen den subjektiv zugegebenen ziemlich genau. Ob diese Erscheinung am Alter der Patienten liegt oder an den hier sehr starken Korrekturgläsern, ist nicht zu entscheiden. Es wurden auch viele Augen mit Korrektur geprüft. Sie reihten sich bis auf zwei Ausnahmen alle in ihre entsprechenden Gruppen ein. Diese Ausnahmen bildeten 2 extrem myope Augen.

o.d.	V_s 5/20	Strich 109	V_R 1/20
	(-21,0 sph)	Raster ¹ 91	V_R 1/50
o.s.	V_s 5/35 p	Strich 106	V_R 1/20
	(-18,0 sph)	Raster 77	V_R 1/20

Auch hier brachte also der Romberg-Apparat einen schlechteren Visus als der Patient angab. Eine Beurteilung dieser Erscheinung kann zunächst nicht gegeben werden. Sie stört aber die allgemeine Brauchbarkeit des Verfahrens nicht.

Zusammenfassung.

Nach einer Literaturübersicht über den optokinetischen Nystagmus und seine Anwendbarkeit zur objektiven Bestimmung der Sehschärfe mit den verschiedenen Methoden wird über eigene Untersuchungen mit dem Apparat nach v. Romberg-Ohm berichtet.

Bei den vergleichenden Untersuchungen an über 400 Augen zeigte es sich, daß mit dem Strich als Hemm-Marke bessere Ergebnisse bei der Aufstellung einer Eichkurve erzielt wurden als mit dem quadratischen Raster. Die Streuung in den einzelnen Visusgruppen ist bei der Verwendung des Striches als Hemm-Marke wesentlich geringer.

An Hand einiger wiedergegebener Beispiele von Simulation bei Begutachtung und ihrer Überführung durch die objektive Bestimmung der Sehschärfe wird die Brauchbarkeit der Methode bei der klinischen Arbeit gezeigt.

Im Allgemeinen braucht bei der objektiven Bestimmung der Sehschärfe die Ätiologie der Visusherabsetzung (Pathologische Veränderung der brechenden Medien, Augenhintergrundsveränderungen, usw.) nicht berücksichtigt zu werden. Einige Besonderheiten ergaben sich allerdings bei Untersuchungen an hochgradig amblyopen Augen und bei über 60-jährigen, aphaken Patienten.

Literaturverzeichnis

- 1) Barany, R. Untersuchung der reflektorischen und optischen Augenbewegungen,
Mchn.med.Wschr. 1072, 1132, 1907.
- 2) - - - Zur Klinik und Theorie des Eisenbahnnystagmus.
Archiv Augenhk. 88, 139, 1921.
- 3) Bartels, M. Aufgaben der vergleichenden Physiologie der Augenbewegungen.
Graefes Archiv, 101, 299, 1920.
- 4) - - - Bemerkungen zur Augenzitterkunde.
Graefes Archiv, 127, 358, 1931.
- 5) - - - Vergleichendes über Augenbewegungen der Tiere.
Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie, 12, II, 1113,
Berlin, Springer, 1931.
- 6) Borries, G.V.Th. Fixation und Nystagmus.
Th. Linds, Frankfurt und Leipzig, 1926.
- 7) - - - Weitere Untersuchungen über den experimentellen optischen Nystagmus.
Graefes Archiv, 111, 159, 1923.
- 8) - - - Optischer Nystagmus und zentrale Fixation.
Graefes Archiv, 112, 197, 1923.
- 9) Cords, R. Das Nystagmusproblem.
Mchn.med.Wschr. 69, 19, 693, 1922.

- 10) - - - Zur Theorie des **optomotorischen** Nystagmus.
Eine Widerlegung Ohms.
Klin.Mbl.Augenhk. 77, 781, 1926.
- 11) Fischer, M.H. u.
A.E. Kornmüller Optokinetisch ausgelöste Bewegungswahrnehmungen und **optokinetischer** Nystagmus.
Zentralbl. Ophth. 25, 406, 1931.
- 12) Fox jr. und Mitarbeiter. Optic Nystagmus.
Zentralbl. Ophth. 22, 281, 1930.
- 13) Dodge und Mitarbeiter. Optic Nystagmus.
Zentralbl. Ophth. 21, 403, 1929.
- 14) Goldmann, H. Objektive Sehschärfenbestimmung.
Ophthalmologica, 105, 240, 1943.
- 15) Grüttner, R. Experimentelle Untersuchungen über den **optokinetischen** Nystagmus.
Zentralbl. Ophth. 45, 466, 1940.
- 16) Günther, G. Objektive Sehschärfenbestimmung.
Sammlung zwangloser Abhandlg. aus dem Gebiet der Augenhk., Heft 1,
Sachsenverlag 1950.
- 17) Jung, R. und Mitarbeiter. Zur objektiven Registrierung verschiedener Nystagmusformen. Vestibulärer, **optokin.** u. spontaner Ny. in ihren Wechselbeziehungen.
Zentralbl. Ophth. 45, 467, 1940.
- 18) Kestenbaum, A. Zur Entwicklung der Augenbewegungen u. des **optokinetischen** Nystagmus.
Graefes Archiv, 124, 113, 1930.
- 19) - - - Zur Klinik des **optokinetischen** Nystagmus.
Graefes Archiv, 124, 339, 1930.

- 20) - - - Frequenz und Amplitude des Nystagmus.
Graefes Archiv, 114, 550, 1924.
- 21) Last, S.L. u.
Vogelsang, K. Gutachten über einen Fall von psychogener
Blindheit. (Mit Berücksichtigung des opto-
kinetischen Nystagmus.)
Nervenarzt 4, 645, 1931.
- 22) Lenz, H. Das Verhalten des optokinetischen Ny. bei
einigen Fällen von Lappenresektionen.
Zentralbl. Ophth. 47, 114, 1942.
- 23) Ohm, J. Mikroneurologie des Auges.
Enke, Stuttgart, 1943.
- 24) - - - Objektive Prüfung der Sehleistung mit
Hilfe des optokin. Nystagmus.
Enke, Stuttgart, 1953.
- 25) Rieken, H. Die Spiegelraumbewegung, eine neue Un-
tersuchungsmethode auf der Grundlage eines
"psycho optischen" Reflexes.
Graefes Archiv, 145, 432, 1943.
- 26) Roelofs, O. Betrachtungen und Untersuchungen über den
optokinetischen Nystagmus.
Archiv Augenhk. 102, 551, 1930.
- 27) Scala und Mit- Subcorticaler (passiver) optokin. Nystagmus
arbeiter, bei Läsionen des Mittelhirns und der Vesti-
bulariskerne.
Zentralbl. Ophth. 47, 115, 1942.
- 28) Ter Braak, J.W.G. Untersuchungen über den optokin. Nystagmus.
Zentralbl. Ophth. 38, 647, 1937.
- 29) Trendelenburg, W. Lehrbuch der Physiologie. Der Gesichtssinn.
Berlin, Springer, 1943.
- 30) Vogelsang, K. Optomotorischer Ny. und Blindheit.
Klin.Mbl. Augenhk. 85, 839, 1930.

- 31) Weigelin, E. u. Mitarbeiter. Beziehung zwischen subjektiv bestimmter Sehschärfe und dem Ausfall der objektiven Prüfung am Gerät nach v. Romberg.
Klin. Mbl. Augenhk. 127, 174, 1955.
- 32) Raffin, E. Die Verwendbarkeit des v. Rombergschen Apparates zur objektiven Bestimmung der Sehschärfe mit Hilfe des optokin. Ny.
Dissertation, Münster 1955.
- 33) Proebsting, E. Untersuchung über die Hemmung des optokin. Ny. am Apparat von v. Romberg-Ohm zur objektiven Sehschärfenbestimmung.
Dissertation, München 1957.
- 34) Goldmann, H. Bemerkungen über objektive Sehschärfenbestimmung.
Klin. Mbl. Augenhk. 117, 570, 1950.
- 35) v. Romberg, G. Neue Apparate zur Auslösung von optischen u. vestibulären Augenbewegungen u. ihre Registrierung mittels der Spiegelnystagmographie.
Ber. Dtsch. Ophthalm. Ges. 54, 243, 1948.
- 36) Rademaker, G.G.J. Über den Mechanismus einiger cerebraler optischer Reaktionen.
Psychiatr. Bl. 39, 43, 1935.

Lebenslauf.

Am 14. Februar 1933 wurde ich als Tochter des Dipl.Ing. Josef Schupfinger und seiner Frau Christiane, geborene Reiche, in München geboren.

Die Volksschule besuchte ich in Neubiberg bei München und in Landshut. 1943 trat ich in die Mädchenoberschule in Landshut ein. 1946 wurde ich in die Oberrealschule für Mädchen in Rosenheim umgeschult. Dort legte ich 1951 die Reifeprüfung ab. Nach einem halben Jahr Praktikum in der Industrie immatrikulierte ich mich im WS 52/53 und SS 53 an der Technischen Hochschule in Stuttgart, Fachrichtung technische Physik. Im WS 53/54 und im SS 54 immatrikulierte ich mich an der Medizinischen Fakultät in Tübingen, im WS 54/55 an der Universität in Marburg, wo ich nach dem SS 55 das Physikum bestand. Seit dem WS 55 studiere ich in München.

Das Staatsexamen legte ich im Dezember 1958 dort ab.

